

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Penelitian tugas akhir ini meninjau potensi Bendung Sapon sebagai PLTMH berdasarkan besarnya daya listrik yang mampu dihasilkan PLTMH, pemanfaatan PLTMH dan analisis kajian prediksi. Hasil-hasil dalam penelitian tugas akhir ini untuk menjawab rumusan masalah antara lain:

1. Analisis Debit Andalan

Penelitian tugas akhir ini meninjau debit andalan (Q_{80}) dan debit andalan (Q_{90}) sebagai debit aliran untuk operasional PLTMH. Hasil analisis diperoleh debit andalan (Q_{80}) untuk operasional PLTMH sebesar $4,5502 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan $1,7317 \text{ m}^3/\text{dt}$ untuk debit andalan (Q_{90}).

2. Tinggi Jatuh Air Efektif

Bak penenang berada pada elevasi +21 m di atas permukaan laut dan rumah pembangkit berada di elevasi +16 m sehingga diperoleh tinggi jatuh air sebesar 5 m. Nilai tinggi jatuh air efektif dengan memperhitungkan kehilangan energi di dalam pipa hasilnya dapat dilihat di bawah ini.

- a. Tinggi jatuh air efektif berdasarkan debit andalan (Q_{80}) adalah sebesar 4,7554 m, dengan kehilangan energi di dalam pipa sebesar 0,2446 m.
- b. Tinggi jatuh air efektif berdasarkan debit andalan (Q_{90}) adalah sebesar 4,7658 m, dengan kehilangan energi di dalam pipa sebesar 0,2342 m.

3. Energi Listrik Yang Mampu Dihasilkan PLTMH

Daya listrik yang mampu dihasilkan yaitu sebesar 102,6534 kW berdasarkan debit andalan (Q_{80}) dan 39,1529 kW untuk debit andalan (Q_{90}). Waktu operasional PLTMH diasumsikan selama 12 jam/hari, sehingga energi listrik yang mampu dihasilkan sebesar 1231,8404 kW·h bila debit andalan (Q_{80}) untuk operasional PLTMH dan 469,8348 kW·h untuk debit andalan (Q_{90}). Energi listrik yang mampu dihasilkan PLTMH berdasarkan beberapa variasi waktu operasional dapat dilihat secara detail pada Lampiran 8A.

4. Kebutuhan Energi Listrik Harian Rata-Rata Per Rumah

Jumlah penggunaan energi listrik harian rata-rata di setiap rumah ditentukan berdasarkan perangkat elektronik yang digunakan diperoleh sebesar 5,146 kW·h.

5. Pemanfaatan PLTMH

Tahun 2015 rata-rata penggunaan energi listrik harian per rumah yaitu sebesar 5,146 kW·h dan waktu operasional PLTMH diasumsikan selama 12 jam/hari. Mengacu dari data tersebut maka jumlah rumah atau keluarga yang dapat memanfaatkan PLTMH sebanyak 239 rumah berdasarkan debit andalan (Q_{80}) dan 91 rumah berdasarkan debit andalan (Q_{90}).

6. Komponen-komponen pendukung PLTMH

Komponen-komponen PLTMH yang ditentukan dari penelitian tugas akhir ini antara lain saluran pembawa, pipa pesat, turbin dan generator. Hasilnya dapat dilihat secara detail di bawah ini:

- a. Saluran pembawa sepanjang 500 meter yang dapat dilihat gambar kerjanya secara detail di Lampiran 9A.
- b. Pipa pesat menggunakan material baja las sepanjang 8,6 meter dan ukuran diameter pipa pesat yang digunakan sebesar 1,016 meter bila dilalui debit andalan (Q_{80}) dan 0,7112 meter untuk debit andalan (Q_{90}).
- c. Turbin yang digunakan yaitu jenis *Kaplan* dan *Propeller* dengan menggunakan generator sinkron 3 fasa.

7. Analisis Kajian Prediksi

Prediksi ditinjau hingga Tahun 2025 dan data yang digunakan untuk memprediksi yaitu berdasarkan data curah hujan tahunan rerata kawasan DAS dari Tahun 2006 s/d 2015. Hasil analisis menunjukkan PLTMH tetap dapat beroperasi dengan baik hingga Tahun 2025 dikarenakan garis grafik prediksi berada di atas garis grafik tren curah hujan.

8. Analisis Perencanaan PLTMH Di Masa Mendatang

Perencanaan dilakukan untuk Tahun 2025 berdasarkan data curah hujan bulanan hasil prediksi dari Tahun 2016 s/d 2025. Hasil analisis diperoleh debit andalan (Q_{80}) sebesar 4,7897 m³/dt dan debit andalan (Q_{90}) sebesar 0,0299 m³/dt. Nilai tinggi jatuh air sebesar 5 meter dan efisiensi sistem sebesar 0,4836 maka berdasarkan data tersebut daya listrik yang mampu dihasilkan sebesar 113,4992 kW untuk debit andalan (Q_{80}) dan 0,7093 kW untuk debit andalan (Q_{90}). Diasumsikan waktu operasional PLTMH selama 12 jam dalam sehari maka energi listrik yang mampu dihasilkan sebesar 1361,9905 kW·h untuk debit andalan (Q_{80}) dan 8,5110 untuk debit andalan (Q_{90}). Kebutuhan energi

listrik harian rata-rata disetiap rumah sebesar 5,146 kW·h maka jumlah rumah yang dapat memanfaatkan PLTMH sebanyak 264 rumah berdasarkan debit andalan (Q_{80}) dan 1 rumah berdasarkan debit andalan (Q_{90}).

6.2. Saran

Pada lokasi penelitian tugas akhir ini tinggi jatuh air (*Head*) yang mampu dicapai hanya 5 meter dan dapat dikatakan cukup rendah karena kurang dari 10 meter. Tinggi jatuh air yang lebih tinggi dapat dicapai dengan cara rekayasa hidrolika seperti mendesain ulang Bendung Sapon agar lebih tinggi sehingga dapat meninggikan muka air sungai. Bendung yang lebih tinggi juga diharapkan dapat diperoleh debit yang lebih kontinu bahkan lebih besar untuk operasional PLTMH. Namun, hal tersebut perlu adanya analisis lebih jauh untuk mengetahui apakah ada peningkatan potensi.

PLTMH diharapkan dapat berfungsi dengan baik sepanjang tahun walaupun terjadi musim kemarau panjang. Maka dari itu, debit andalan untuk operasional PLTMH harus ditentukan dengan tepat agar debit aliran tersebut selalu tersedia sepanjang tahun. Penelitian tugas akhir ini meninjau debit andalan (Q_{80}) dan debit andalan (Q_{90}) dengan hasil yang berbeda-beda. Debit andalan dengan hasil terkecil yang sebaiknya dijadikan sebagai acuan untuk operasional PLTMH.

Penelitian ini merencanakan debit aliran untuk operasional PLTMH diambil dan dilepaskan melalui saluran irigasi Bendung Sapon. Debit aliran untuk operasional PLTMH diharapkan tidak mengurangi dan melebihi debit aliran di

saluran irigasi tersebut karena saluran irigasi pemanfaatannya dilindungi oleh undang-undang. Walaupun terjadi kekurangan atau kelebihan debit aliran diharapkan tidak mengganggu fungsi saluran irigasi untuk mengairi daerah irigasi.

Hasil analisis menunjukkan PLTMH tetap dapat beroperasi dengan baik hingga Tahun 2025 dari segi ketersediaan curah hujan sebagai debit aliran operasional. Data curah hujan hasil prediksi dari Tahun 2016 s/d 2025 dapat digunakan sebagai acuan untuk mendesain PLTMH di masa mendatang. Hal tersebut dapat dilakukan jika analisis dilakukan berdasarkan data curah hujan bulanan rerata kawasan DAS dari Tahun 2006 s/d 2015 yang tidak dilakukan penelitian tugas akhir ini. Analisis kajian prediksi juga dapat dilakukan dengan metode lain maupun data lainnya. Data debit aliran minimum, rata-rata maupun maksimum dapat menjadi salah satu data untuk menganalisis kajian prediksi.

Kekurangan lainnya pada penelitian tugas akhir ini yaitu perlu adanya kajian lebih jauh tentang biaya perencanaan, pelaksanaan, operasional dan perawatan PLTMH yang tidak dibahas pada penelitian tugas akhir ini. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui kemampuan tenaga maupun biaya dari pihak-pihak yang bersangkutan dan berkepentingan terhadap PLTMH tersebut. Komponen PLTMH juga perlu didesain secara keseluruhan dan lebih detail agar hasil perencanaan lebih lengkap.

Hasil analisis perencanaan PLTMH di Tahun 2025 menunjukkan peningkatan jumlah rumah yang dapat memanfaatkan PLTMH dari 239 rumah (desain 2015) menjadi 264 rumah (desain 2025) dibandingkan berdasarkan debit

andalan (Q_{80}) dan waktu operasional selama 12 Jam/hari. Berdasarkan debit andalan (Q_{90}) terjadi penurunan pemanfaatan PLTMH yang sangat signifikan dari 91 rumah (desain 2015) menjadi hanya 1 rumah (desain 2025). Hal tersebut terjadi karena penurunan curah hujan bulanan rata-rata Tahun 2016 s/d 2025 hasil prediksi dari bulan Agustus dan September dan terjadi peningkatan curah hujan di bulan lainnya. Curah hujan yang rendah mengakibatkan debit aliran yang terjadi pada bulan Agustus dan September semakin kecil sehingga berpengaruh pada debit andalan yang ditentukan untuk operasional PLTMH. Oleh karena itu, hasil analisis perencanaan PLTMH di Tahun 2025 menunjukkan akan terjadi penurunan kinerja pada Bulan Agustus dan September apabila PLTMH direncanakan pada tahun 2025.

Desain PLTMH di Tahun 2025 menunjukkan terganggunya kinerja di bulan Agustus dan September karena diprediksi pada bulan tersebut tidak mengalami hujan sama sekali sebagai debit aliran untuk memenuhi kebutuhan debit operasional. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal tersebut Bendung Sapon dapat didesain ulang menjadi waduk untuk menampung air berlebih karena hasil prediksi menunjukkan peningkatan curah hujan di saat musim hujan. Waduk dibuat agar air tampungan dapat memenuhi kebutuhan debit aliran operasional PLTMH pada musim kemarau. Apabila tidak memungkinkan untuk dibuat waduk di lokasi, maka embung juga dapat dibuat untuk membantu memenuhi kebutuhan debit aliran air untuk operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningrum, C., 2015, Analisis Perhitungan Evapotranspirasi Aktual Terhadap Perkiraan Debit Kontinyu dengan Metode Mock, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 13, No. 2.
- Anonim, 2004, *Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant*, European Small Hydropower Association (ESHA).
- Ardana P. D. H., 2014, Aplikasi Model Regresi Dalam Pengalihragaman Hujan Limpasan Terkait Dengan Pembangkitan Data Debit, *Research Gate*.
- Ardana P. D. H. dan Sofiyanto, J., 2013, Aplikasi Model Hidrograf Regresi Linier dan Model Tangki Dalam Transformasi Curah Hujan Limpasan, *Research Gate*.
- Arismunandar, A., dan Kuwahara, s., 2004, *Teknik Tenaga Listrik Pembangkit dengan Tenaga Air*, Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Asdak, C., 2001, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Direktorat Irigasi, 1980, *Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi Volume IV*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2009, *Pedoman Studi Kelayakan Hidrologi*, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2009, *Pedoman Studi Kelayakan Sipil*, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2009, *Pedoman Studi Kelayakan Mekanikal Elektrikal*, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.

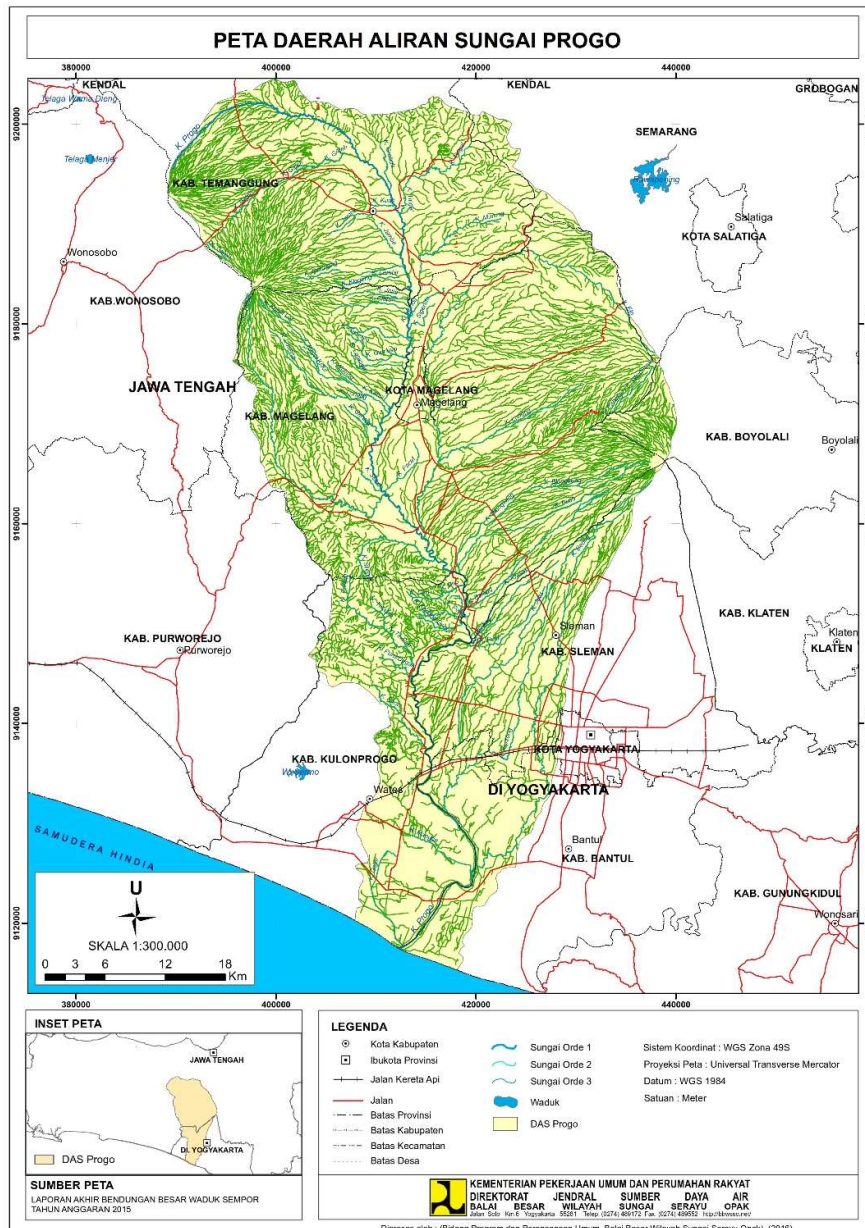
- Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2009, *Pedoman Studi Potensi (Pra Kelayakan Potensi)*, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- Direktorat Pengairan dan Irigasi, 2006, *Laporan Akhir Buku 2 Identifikasi Masalah Pengelolaan Sumber Daya Air di Pulau Jawa*, Kementerian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional, Jakarta.
- Handoko, 1994, *Klimatologi Dasar Landasan Pemahaman Fisika Atmosfer dan Unsur-unsur Iklim*, PT. Dunia Pustaka Jaya, Jakarta.
- Harimawan, A., 2003, *Pembuatan Paket Program Analisis Hidrologi*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Harto, S., 1991, *Hidrologi Terapan*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Harto, S., 1993, *Analisis Hidrologi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2013, *Handbook of Energy & Economics of Indonesia*, Pusdatin, Jakarta.
- Linsley, R. K. dan Franzini J. B., 1979, *Teknik Sumber Daya Air Edisi Ketiga*, Diterjemahkan oleh Djoko Sasongko, Erlangga, Jakarta.
- Loebis, J., 1987, *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*, Pekerjaan Umum, Bandung.
- Martha, W. dan Adidarma, W., 1983, *Mengenal Dasar-dasar Hidrologi*, Nova, Bandung.
- Ramos H., 2000, *Guidelines For Design Small Hydropower Plants*, Western Regional Energy Agency & Network (WREAN) and Department of Economic Development (DED), Irlandia.
- Sapoetra, G. dan Rahardjo, A., 2014, *Studi Potensi PLTMH Kampung Nyomplong-Bogor*, *University of Indonesia*, Depok.

- Setyawan, D. A., *Kajian Potensi Sungai Curuk Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Di Padukuhan Gorolangu, Kab. Kulon Progo, Yogyakarta*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Seyhan, E. F., 1990, *Dasar-dasar Hidrologi*, Penerjemah Sentot Subagyo, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soemarto, C. D., 1987, *Hidrologi Teknik*, Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- Soewarno, 1995, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid 1*, Nova, Bandung.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda, K., 1993, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Sunyoto, S., (2011), *Analisis Regresi Untuk Uji Hipotesis*, Yogyakarta: Caps
- Triatmodjo, B., 1994, *Hidrolika II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Wilson, E. M., 1979, *Hidrologi Teknik*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.



LAMPIRAN 1

PETA DAS SUNGAI PROGO



Lampiran 1. Peta DAS Sungai Progo dari Kementerian PU dan PR Dirjen SDA Yogyakarta.

LAMPIRAN 2

DATA-DATA PERHITUNGAN

Lampiran 2. A. Tabel Data Curah Hujan Bulanan Stasiun Kalibawang (mm/bln)

No.	Bulan	Tahun									
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Januari	489	217	285	399	-	386	350	493	328	377
2	Februari	368	400	478	249	-	320	347,9	355	248	262
3	Maret	227	315	432	216	-	345	308	201	258	577
4	April	334	533	273	144	-	238,4	56	341,6	199,6	390
5	Mei	189	36	58	196	-	192,7	161	215	145	37
6	Juni	6	49	0	55	-	0	0	130	105	14
7	Juli	0	0	0	7	-	0	0	119	80	0
8	Agustus	3	0	0	0	-	0	0	0	0	0
9	September	23	0	0	0	-	0	0	4	0	0
10	Oktober	0	43	222	64	-	61	131	173	1	0
11	November	0	246	614	399	-	539	529	239	208,7	317
12	Desember	370	455	310	441	-	206	564	407	516	506

Lampiran 2. B. Tabel Data Curah Hujan Bulanan Stasiun Sapon (mm/bln)

No.	Bulan	Tahun									
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Januari	381,9	87	332,4	287,7	126,2	202	157,5	512,5	388,3	205,3
2	Februari	364,5	232,2	259,9	373,6	70,4	316,5	18,4	265,3	197,1	73,1
3	Maret	411,5	291,3	256,2	128,9	97,4	202,7	123,2	239,6	77,6	190,6
4	April	140,7	137,6	113,7	165,6	210,3	147,7	33,8	135,2	89,3	257,2
5	Mei	73,2	27,4	0	63	181,6	129,3	0	184	22,1	54,8
6	Juni	0	44,6	6,7	54,6	35,9	0	0	118,8	25,5	10,2
7	Juli	5,5	2,1	0	1,9	8,1	0	0	94	61,6	0
8	Agustus	0	0	0	0	27,3	0	0	5,8	0	0
9	September	0	0	3,2	3,3	210,3	0	0	4,2	0	0
10	Oktober	0	33	223,5	19	123	19,6	125	29,4	0,4	0
11	November	9,4	242,2	298,2	85,2	95,5	255,2	109,8	238,3	159,6	48,5
12	Desember	345,8	521,5	241	42,6	102,2	338,9	225,7	332,9	98,7	468,2

Lampiran 2. C. Tabel Data Curah Hujan Bulanan Stasiun Badran (mm/bln)

No.	Bulan	Tahun									
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Januari	489	75	212	425	477	-	-	754	314	437
2	Februari	311	254	130	300	365	-	-	400	312	562
3	Maret	301	222	201	277	398	-	-	665	255	252
4	April	199	345	224	244	256	-	-	354	183	804
5	Mei	304	169	146	446	417	-	-	291	98	173
6	Juni	0	112	0	128	245	-	-	275	151	24
7	Juli	0	34	0	6	11	-	-	204	127	0
8	Agustus	0	0	0	0	-	-	-	0	9	0
9	September	0	0	0	0	-	-	-	0	0	0
10	Oktober	0	25	248	19	-	-	-	149	51	0
11	November	150	165	218	452	-	-	-	258	258	212
12	Desember	287	242	187	391	-	-	-	348	253	629

Lampiran 2. D. Tabel Data Debit Aliran Terukur Sungai Progo (m³/dt)

No.	Bulan	Tahun				
		2011	2012	2013	2014	2015
1	Januari	116,26	65,98	75,99	64,33	75,99
2	Februari	90,04	117,68	89,36	65,54	79,91
3	Maret	52,40	47,87	63,53	57,65	77,29
4	April	114,75	30,20	40,44	29,22	44,50
5	Mei	40,57	20,81	25,82	22,60	38,47
6	Juni	7,81	3,63	9,81	3,74	9,45
7	Juli	14,34	4,57	9,81	5,79	1,52
8	Agustus	4,88	5,47	3,74	1,04	0,20
9	September	3,77	5,30	8,73	3,02	18,10
10	Oktober	4,38	4,67	6,25	2,37	11,54
11	November	60,74	5,05	7,20	6,72	21,82
12	Desember	64,29	72,06	82,56	87,98	96,37

LAMPIRAN 3

SPREADSHEET PERHITUNGAN CURAH HUJAN RERATA DAS

Lampiran 3. A. Tabel Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata DAS Tahun 2006

No.	Bulan	Stasiun			Σ
		Kalibawang	Sapon	Badran	
1	Januari	229,2108	78,1645	159,7043	467,0796
2	Februari	172,4940	74,6032	101,5706	348,6678
3	Maret	106,4026	84,2228	98,3047	288,9300
4	April	156,5571	28,7974	64,9921	250,3466
5	Mei	88,5907	14,9820	99,2845	202,8572
6	Juni	2,8124	0	0	2,8124
7	Juli	0	1,1257	0	1,1257
8	Agustus	1,4062	0	0	1,4062
9	September	10,7809	0	0	10,7809
10	Oktober	0	0	0	0
11	November	0	1,9239	48,9890	50,9130
12	Desember	173,4315	70,7758	93,7324	337,9397

Lampiran 3. B. Tabel Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata DAS Tahun 2007

No.	Bulan	Stasiun			Σ
		Kalibawang	Sapon	Badran	
1	Januari	101,7152	17,8065	24,4945	144,0163
2	Februari	187,4935	47,5250	82,9548	317,9733
3	Maret	147,6511	59,6211	72,5038	279,7761
4	April	249,8351	28,1630	112,6748	390,6728
5	Mei	16,8744	5,6080	55,1943	77,6768
6	Juni	22,9680	9,1284	36,5785	68,6748
7	Juli	0	0,4298	11,1042	11,5340
8	Agustus	0	0	0	0
9	September	0	0	0	0
10	Oktober	20,1556	6,7542	8,1648	35,0746
11	November	115,3085	49,5717	53,8879	218,7682
12	Desember	213,2738	106,7368	79,0357	399,0463

Lampiran 3. C. Tabel Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata DAS Tahun 2008

No.	Bulan	Stasiun			Σ
		Kalibawang	Sapon	Badran	
1	Januari	133,5891	68,0332	69,2378	270,8601
2	Februari	224,0547	53,1944	42,4572	319,7063
3	Maret	202,4930	52,4371	65,6453	320,5754
4	April	127,9643	23,2713	73,1570	224,3926
5	Mei	27,1866	0	47,6827	74,8692
6	Juni	0	1,3713	0	1,3713
7	Juli	0	0	0	0
8	Agustus	0	0	0	0
9	September	0	0,6550	0	0,6550
10	Oktober	104,0589	45,7443	80,9952	230,7984
11	November	287,8025	61,0334	71,1974	420,0333
12	Desember	145,3075	49,3261	61,0730	255,7066

Lampiran 3. D. Tabel Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata DAS Tahun 2009

No.	Bulan	Stasiun			Σ
		Kalibawang	Sapon	Badran	
1	Januari	187,0248	58,8843	138,8023	384,7114
2	Februari	116,7147	76,4657	97,9781	291,1585
3	Maret	101,2465	26,3823	90,4664	218,0952
4	April	67,4977	33,8938	79,6888	181,0803
5	Mei	91,8718	12,8944	145,6608	250,4269
6	Juni	25,7804	11,1751	41,8040	78,7595
7	Juli	3,2811	0,3889	1,9596	5,6296
8	Agustus	0	0	0	0
9	September	0	0,6754	0	0,6754
10	Oktober	29,9990	3,8888	6,2053	40,0930
11	November	187,0248	17,4381	147,6203	352,0832
12	Desember	206,7116	8,7191	127,6981	343,1287

Lampiran 3. E. Tabel Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata DAS Tahun 2010

No.	Bulan	Stasiun			Σ
		Kalibawang	Sapon	Badran	
1	Januari	39,2657	25,8297	155,7852	220,8806
2	Februari	36,7715	14,4090	119,2067	170,3872
3	Maret	33,4300	19,9351	129,9843	183,3494
4	April	29,9279	43,0427	83,6080	156,5785
5	Mei	55,8332	371686	136,1895	229,1913
6	Juni	18,2845	7,3477	80,0154	105,6477
7	Juli	4,9178	1,6578	3,5925	10,1682
8	Agustus	4,3747	5,5876	4,3913	14,3536
9	September	110,8208	43,0427	75,2621	229,1255
10	Oktober	108,6320	25,1747	67,5599	201,3666
11	November	83,9840	19,5462	52,2614	155,7917
12	Desember	95,3021	20,9175	58,8432	175,0628

Lampiran 3. F. Tabel Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata DAS Tahun 2011

No.	Bulan	Stasiun			Σ
		Kalibawang	Sapon	Badran	
1	Januari	180,9312	41,3439	112,3099	334,5850
2	Februari	149,9948	64,7789	104,2483	319,0220
3	Maret	161,7131	41,4871	102,0369	305,2372
4	April	111,7461	30,2302	71,0795	213,0558
5	Mei	90,3250	26,4642	58,1950	174,9842
6	Juni	0	0	0	0
7	Juli	0	0	0	0
8	Agustus	0	0	0	0
9	September	0	0	0	0
10	Oktober	28,5928	4,0116	16,8273	49,4316
11	November	252,6475	52,2325	154,8180	459,6980
12	Desember	96,5591	69,3636	77,2134	243,1362

Lampiran 3. G. Tabel Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata DAS Tahun 2012

No.	Bulan	Stasiun			Σ
		Kalibawang	Sapon	Badran	
1	Januari	164,0568	32,2359	99,9171	296,2099
2	Februari	163,0725	3,7660	88,9896	255,8280
3	Maret	144,3700	25,2157	86,7758	256,3615
4	April	26,2491	6,9179	16,6296	49,7967
5	Mei	75,4661	0	40,5457	116,0119
6	Juni	0	0	0	0
7	Juli	0	0	0	0
8	Agustus	0	0	0	0
9	September	0	0	0	0
10	Oktober	61,4041	25,5841	42,3352	129,3234
11	November	247,9601	22,4731	141,4300	411,8632
12	Desember	264,3658	46,1946	158,9086	469,4691

Lampiran 3. H. Tabel Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata DAS Tahun 2013

No.	Bulan	Stasiun			Σ
		Kalibawang	Sapon	Badran	
1	Januari	231,0857	104,8947	246,2516	582,2321
2	Februari	166,4005	54,2997	130,6374	351,3376
3	Maret	94,2155	49,0396	217,1848	360,4398
4	April	160,1194	27,6717	115,6141	303,4053
5	Mei	100,7778	37,6598	95,0387	233,4763
6	Juni	60,9354	24,3151	89,8132	175,0637
7	Juli	55,7793	19,2392	66,6251	141,6436
8	Agustus	0	1,1871	0	1,1871
9	September	1,8749	0,8596	0	2,7346
10	Oktober	81,0909	6,0174	48,6624	135,7708
11	November	112,0274	48,7735	84,2612	245,0620
12	Desember	190,7746	68,1355	113,6546	372,5647

Lampiran 3. I. Tabel Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata DAS Tahun 2014

No.	Bulan	Stasiun			Σ
		Kalibawang	Sapon	Badran	
1	Januari	153,7447	79,4744	102,5504	335,7695
2	Februari	116,2460	40,3410	101,8972	258,4842
3	Maret	120,9333	15,8826	83,2814	220,0973
4	April	93,5593	18,2773	59,7666	171,6032
5	Mei	67,9664	4,5233	32,0062	104,4958
6	Juni	49,2170	5,2192	49,3156	103,7518
7	Juli	37,4987	12,6078	41,4774	91,5839
8	Agustus	0	0	2,9393	2,9393
9	September	0	0	0	0
10	Oktober	0,4687	0,0819	16,6563	17,2069
11	November	97,8247	32,6658	84,2612	214,7516
12	Desember	241,8666	20,2012	82,6282	344,6960

Lampiran 3. J. Tabel Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata DAS Tahun 2015

No.	Bulan	Stasiun			Σ
		Kalibawang	Sapon	Badran	
1	Januari	176,7126	42,0193	142,7214	361,4533
2	Februari	122,8082	14,9616	183,5456	321,3154
3	Maret	270,4594	39,0106	82,3016	391,7716
4	April	182,8062	52,6418	262,5813	498,0292
5	Mei	17,3431	11,2161	56,5007	85,0599
6	Juni	6,5623	2,0877	7,8382	16,4882
7	Juli	0	0	0	0
8	Agustus	0	0	0	0
9	September	0	0	0	0
10	Oktober	0	0	0	0
11	November	148,5886	9,9266	69,2378	227,7531
12	Desember	237,1793	95,8277	205,4274	538,4344

LAMPIRAN 4

SPREADSHEET PERHITUNGAN DEBIT ALIRAN SUNGAI TERHITUNG

Lampiran 4. A. Tabel Hasil Perhitungan Debit Aliran Terhitung Dari Tahun

No.	Bulan	Tahun				
		2006	2007	2008	2009	2010
1	Januari	91,1594	28,1298	52,877	75,0894	43,126
2	Februari	68,0573	62,0688	62,4069	56,8372	33,2747
3	Maret	56,4024	54,6165	62,5765	42,5826	35,8037
4	April	48,8748	76,2525	43,8112	35,361	30,5807
5	Mei	39,6096	15,1869	14,6392	48,8905	44,7474
6	Juni	0,5809	13,4307	0,2997	15,3982	20,6441
7	Juli	0,2518	2,2825	0,0322	1,1305	2,016
8	Agustus	0,3065	0,0322	0,0322	0,0322	2,8326
9	September	2,1355	0,0322	0,16	0,164	44,7346
10	Oktober	0,0322	6,8753	45,061	7,8543	39,3188
11	November	9,9653	42,7139	81,9807	68,7236	30,4272
12	Desember	65,9642	77,8861	49,9206	66,9766	34,187

Lampiran 4. B. Tabel Hasil Perhitungan Debit Aliran Dari Tahun 20011 s/d 2015

No.	Bulan	Tahun				
		2011	2012	2013	2014	2015
1	Januari	65,3097	57,8227	113,6257	65,5408	70,5517
2	Februari	62,2734	49,9442	68,5782	50,4625	62,7208
3	Maret	59,584	50,0483	70,354	42,9732	76,4668
4	April	41,5994	9,7475	59,2266	33,512	97,1977
5	Mei	34,1716	22,6661	45,5834	20,4193	16,6274
6	Juni	0,0322	0,0322	34,1871	20,2742	3,249
7	Juli	0,0322	0,0322	27,6669	17,9002	0,0322
8	Agustus	0,0322	0,0322	0,2638	0,6057	0,0322
9	September	0,0322	0,0322	0,5657	0,0322	0,0322
10	Oktober	9,6763	25,2632	26,5211	3,3893	0,0322
11	November	89,7193	80,3867	47,8438	41,9302	44,4668
12	Desember	47,4681	91,6256	72,7196	67,2824	105,0807

LAMPIRAN 5

SPREADSHEET ANALISIS KAJIAN PREDIKSI

Lampiran 5. A. Tabel Hasil Perhitungan Analisis Kajian Prediksi

No.	Tahun	Data Riwayat	Nilai Prediksi	Batas Kepercayaan 65%
1	2006	1962,859007		
2	2007	1943,213047		
3	2008	2118,96825		
4	2009	2145,841704		
5	2010	1851,902948		
6	2011	2099,149877		
7	2012	1984,863579		
8	2013	2904,91756		
9	2014	1865,379451		
10	2015	2440,305069	2440,305069	2440,305069
11	2016		2411,61857	2151,497229
12	2017		2456,413155	2196,290644
13	2018		2501,20774	2241,083148
14	2019		2546,002325	2285,874481
15	2020		2590,79691	2330,664384
16	2021		2635,591495	2375,452597
17	2022		2680,38608	2420,238859
18	2023		2725,180665	2465,02291
19	2024		2769,97525	2509,804491
20	2025		2814,769835	2554,583342

Lampiran 5. B. Tabel Data Curah Hujan Tahunan Rerata Kawasan DAS Dari Tahun 2006 s/d 2015

No.	Tahun	Curah Hujan Tahunan (mm/tahun)
1	2006	1962,8590
2	2007	1943,2131
3	2008	2118,9682
4	2009	2145,8417
5	2010	1851,9030
6	2011	2099,1499
7	2012	1984,8636
8	2013	2904,9176
9	2014	1865,3795
10	2015	2440,3051

LAMPIRAN 6

DAFTAR NILAI *KINEMATIC VISCOSITY*

Lampiran 6. Tabel Daftar Nilai Kinematic Viscosity Berdasarkan Suhu Air (E. John Finnemore and Joseph B. Franzini, 2002)

No.	Suhu Air	<i>Kinematic Viscosity, ν ($10^{-6} \text{ m}^2/\text{dt}$)</i>
1	0°C	1,785
2	5°C	1,519
3	10°C	1,306
4	15°C	1,139
5	20°C	1,003
6	25°C	0,893
7	30°C	0,800
8	40°C	0,658
9	50°C	0,553
10	60°C	0,474
11	70°C	0,413
12	80°C	0,364
13	90°C	0,326
14	100°C	0,294

LAMPIRAN 7

DAFTAR UKURAN PIPA BAJA YANG TERSEDIA DI PASARAN

Lampiran 7. Tabel Daftar Ukuran Diameter Lubang Pipa Baja

No.	Ukuran Diameter Lubang Pipa Baja			
	inch	mm	cm	m
1	0,13	10,29	1,03	0,0103
2	0,25	13,72	1,37	0,0137
3	0,38	17,15	1,71	0,0171
4	0,5	21,34	2,13	0,0213
5	0,75	26,67	2,67	0,0267
6	1	33,4	3,34	0,0334
7	1 1/4	42,16	4,22	0,0422
8	1 1/2	48,26	4,83	0,0483
9	2	60,33	6,03	0,0603
10	2 1/2	73,03	7,3	0,073
11	3	88,9	8,89	0,0889
12	3 1/2	101,6	10,16	0,1016
13	4	114,3	11,43	0,1143
14	4 1/2	127	12,7	0,127
15	5	141,3	14,13	0,1413
16	6	168,28	16,83	0,1683
17	7	193,68	19,37	0,1937
18	8	219,08	21,91	0,2191
19	9	244,48	24,45	0,2445
20	10	273,05	27,31	0,2731
21	11	298,45	29,85	0,2985
22	12	323,85	32,39	0,3239
23	14	355,6	35,56	0,3556
24	16	406,4	40,64	0,4064
25	18	457,2	45,72	0,4572
26	20	508	50,8	0,508
27	22	558,8	55,88	0,5588
28	24	609,6	60,96	0,6096

Lampiran 7. Tabel Daftar Ukuran Diameter Lubang Pipa Baja Lanjutan

No.	Ukuran Diameter Lubang Pipa Baja			
	inch	mm	cm	m
29	26	660,4	66,04	0,6604
30	28	711,2	71,12	0,7112
31	30	762	76,2	0,762
32	32	812,8	81,28	0,8128
33	34	863,6	86,36	0,8636
34	36	914,4	91,44	0,9144
35	38	965,2	96,52	0,9652
36	40	1016	101,6	1,016
37	42	1066,8	106,68	1,0668
38	44	1117,6	111,76	1,1176
39	46	1168,4	116,84	1,1684
40	48	1219,2	121,92	1,2192
41	50	1270	127	1,27
42	52	1320,8	132,08	1,3208
43	54	1371,6	137,16	1,3716
44	56	1422,4	142,24	1,4224
45	58	1473,2	147,32	1,4732
46	60	1524	152,4	1,524

LAMPIRAN 8

SPREADSHEET ANALISIS PEMANFAATAN PLTMH

Lampiran 8. A. Tabel Hasil Perhitungan Energi Listrik Yang Mampu Dihasilkan Berdasarkan Waktu Operasional PLTMH

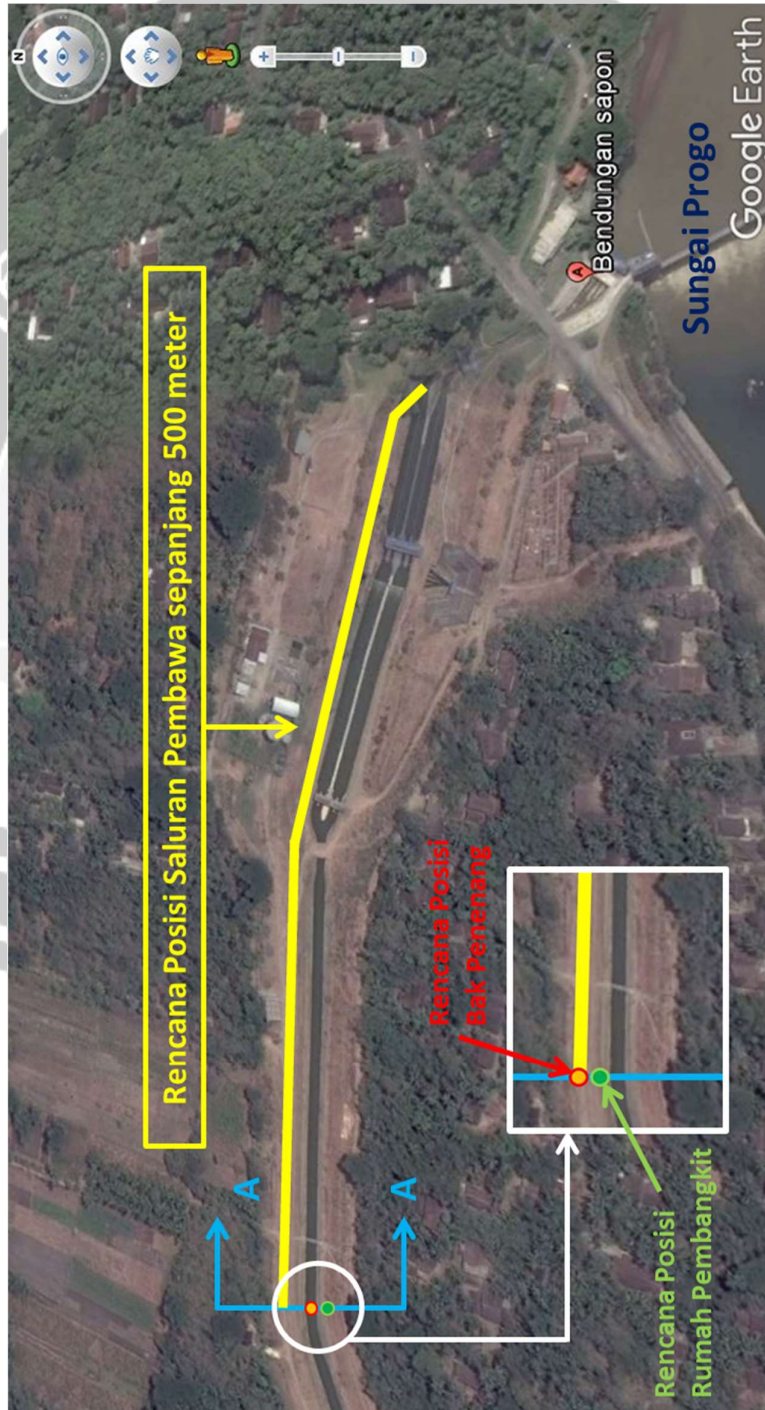
No.	Daya Listrik Yang Dihasilkan PLTMH (kW)		Waktu Operasional (Jam)	Energi Listrik (kW·h)
	Debit Andalan, Q80 (m ³ /dt)	Debit Andalan, Q90 (m ³ /dt)		
1	102,6534		12	1231,8408
		39,1529		469,8348
2	102,6534		13	1334,4942
		39,1529		508,9877
3	102,6534		14	1437,1476
		39,1529		548,1406
4	102,6534		15	1539,801
		39,1529		587,2935
5	103,6534		16	1658,4544
		40,1529		642,4464
6	104,6534		17	1779,1078
		41,1529		699,5993
7	105,6534		18	1901,7612
		42,1529		758,7522
8	106,6534		19	2026,4146
		43,1529		819,9051
9	107,6534		20	2153,068
		44,1529		883,058
10	108,6534		21	2281,7214
		45,1529		948,2109
11	109,6534		22	2412,3748
		46,1529		1015,3638
12	110,6534		23	2545,0282
		47,1529		1084,5167
13	111,6534		24	2679,6816
		48,1529		1155,6696

Lampiran 8. B. Tabel Hasil Menentukan Jumlah Rumah Yang Memanfaatkan PLTMH Berdasarkan Energi Listrik Yang Dihasilkan

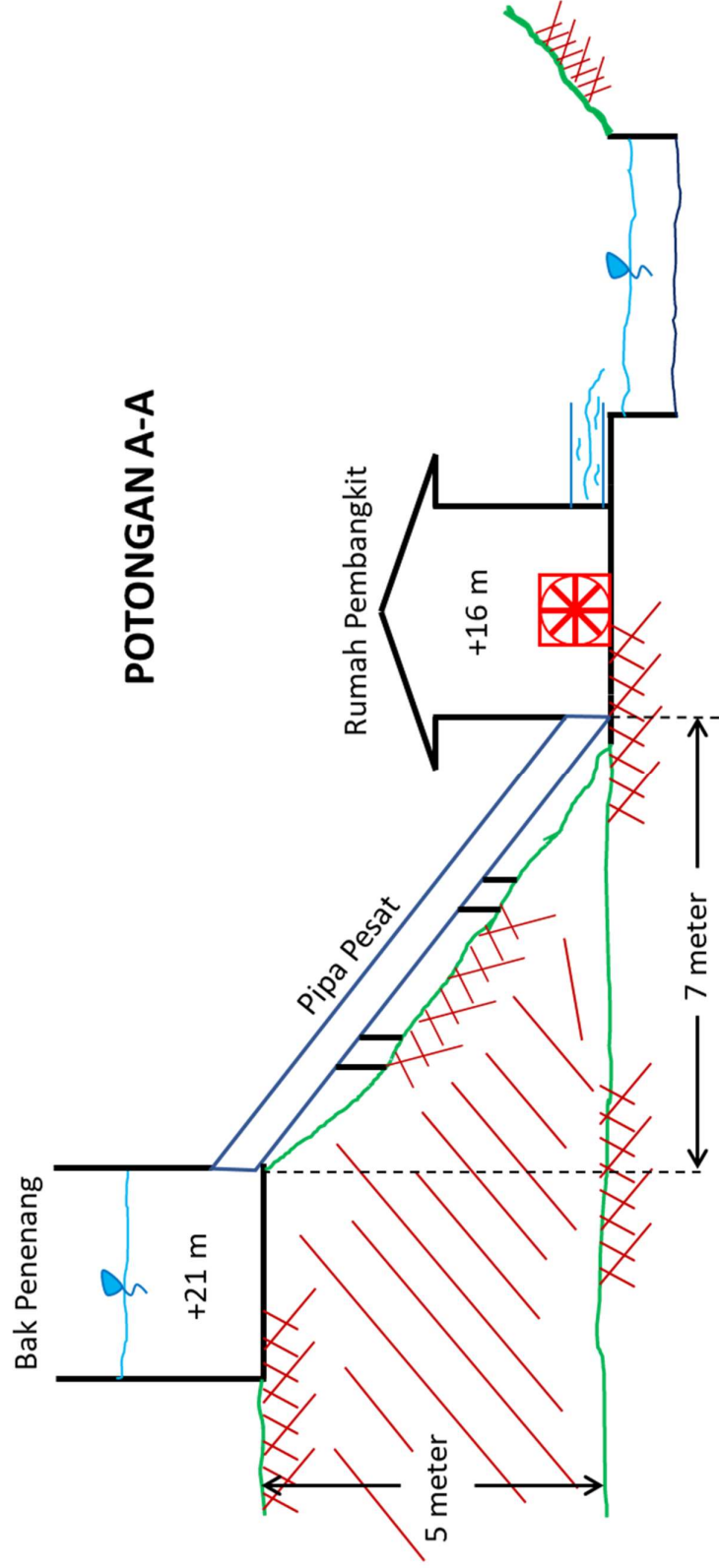
No.	Daya Listrik PLTMH (kW)		Waktu Operasional PLTMH (Jam)	Energi Listrik PLTMH (kW·h)	Energi listrik Rerata per Rumah (kW·h)	Jumlah Rumah
	Debit Andalan Q80 (m ³ /dt)	Debit Andalan Q90 (m ³ /dt)				
1	102,6534		12	1231,8408	5,146	239
		39,1529		469,8348		91
2	102,6534		13	1334,4942		259
		39,1529		508,9877		98
3	102,6534		14	1437,1476		279
		39,1529		548,1406		106
4	102,6534		15	1539,801		299
		39,1529		587,2935		114
5	103,6534		16	1658,4544		322
		40,1529		642,4464		124
6	104,6534		17	1779,1078		345
		41,1529		699,5993		135
7	105,6534		18	1901,7612		369
		42,1529		758,7522		147
8	106,6534		19	2026,4146		393
		43,1529		819,9051		159
9	107,6534		20	2153,068		418
		44,1529		883,058		171
10	108,6534		21	2281,7214		443
		45,1529		948,2109		184
11	109,6534		22	2412,3748		468
		46,1529		1015,3638		197
12	110,6534		23	2545,0282		494
		47,1529		1084,5167		210
13	111,6534		24	2679,6816		520
		48,1529		1155,6696		224

LAMPIRAN 9

GAMBAR EKSISTING SKETSA LETAK POSISI KOMPONEN PLTMH



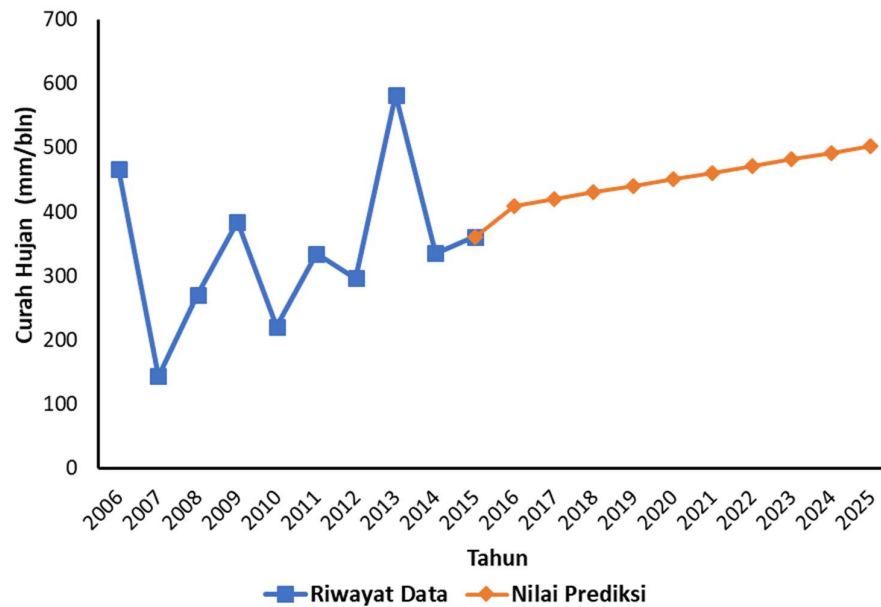
Lampiran 9. A. Gambar Eksisting Lokasi PLTMH Melalui Google Earth



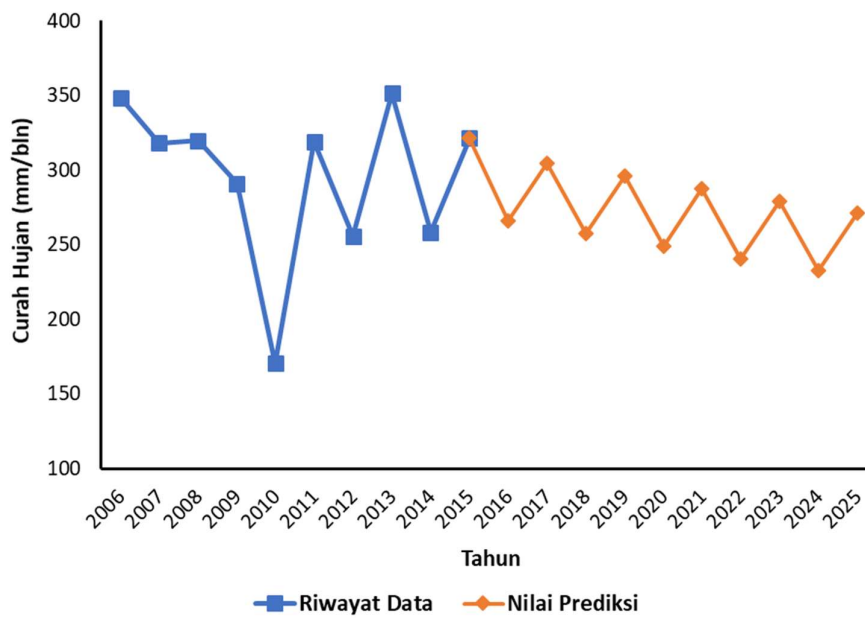
Gambar Potongan A-A Sketsa Letak Posisi Bak Penenang, Rumah Pembangkit Dan Pipa Pesat

LAMPIRAN 10

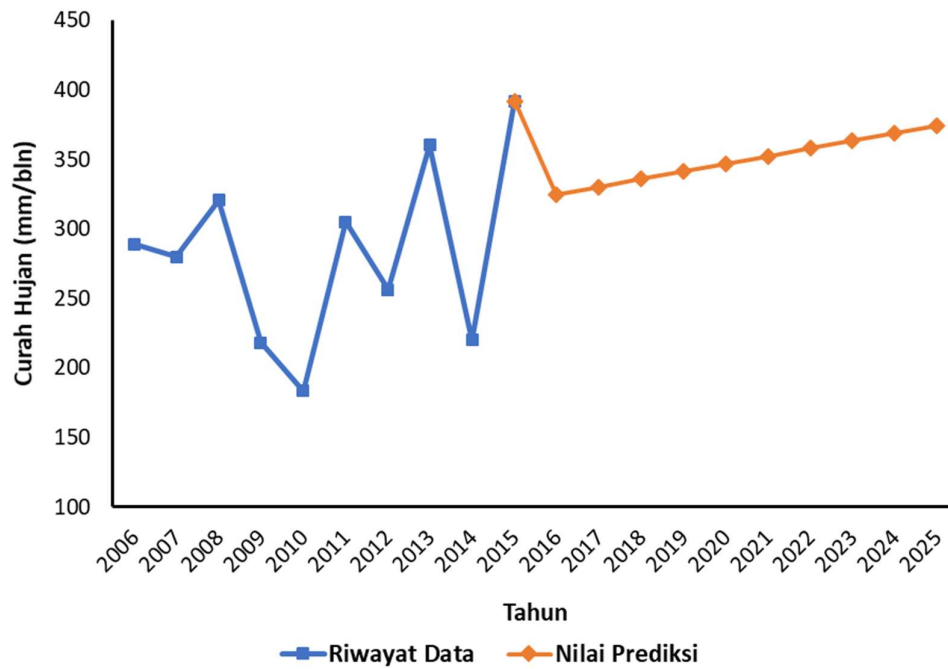
GRAFIK PREDIKSI CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2016 s/d 2015



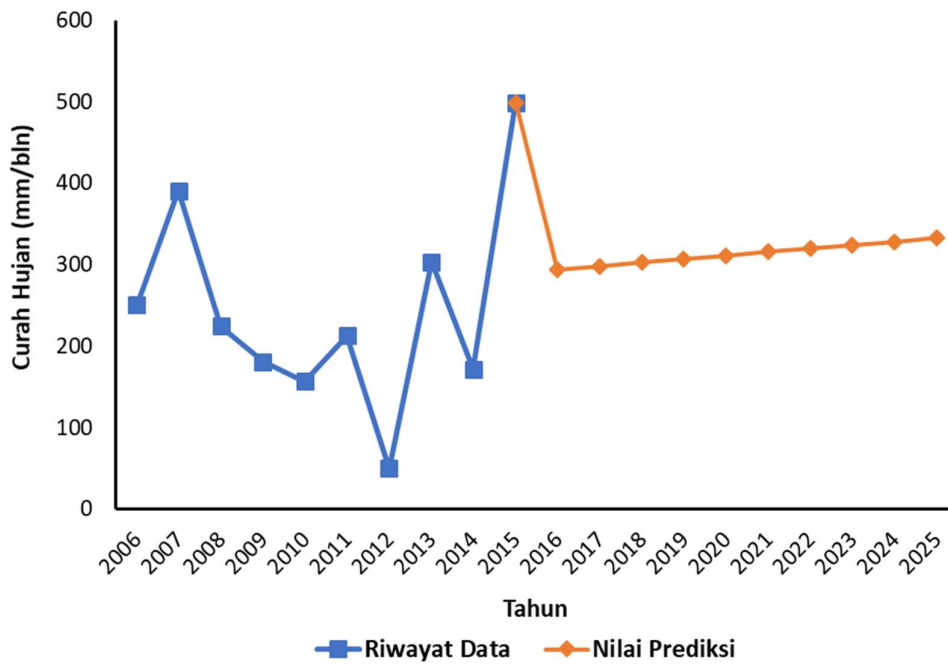
Lampiran 10. A. Grafik Prediksi Curah Hujan Bulan Januari Tahun 2016 s/d 2025



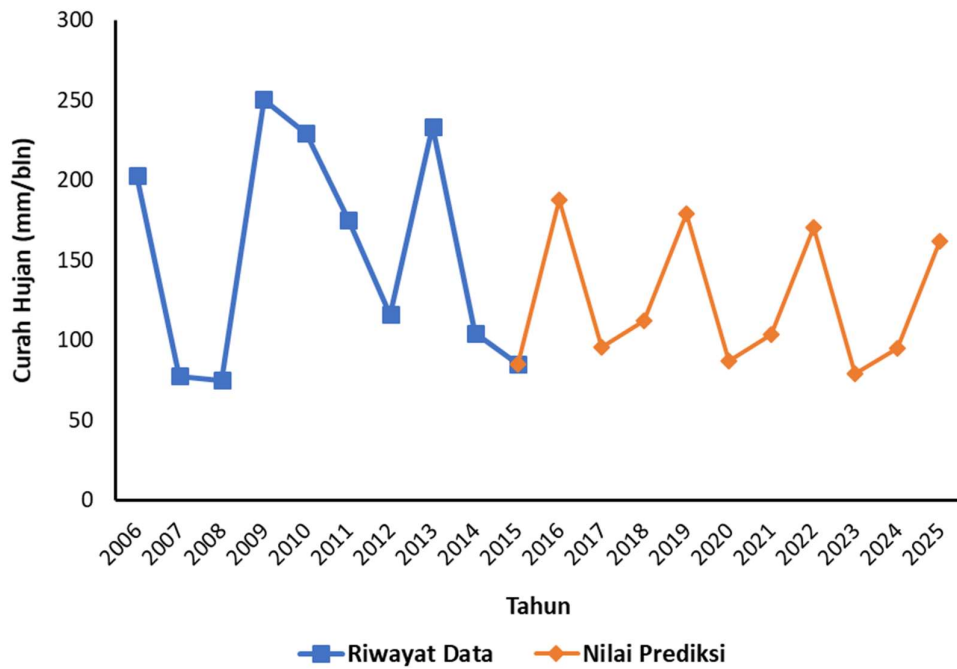
Lampiran 10. B. Grafik Prediksi Curah Hujan Bulan Februari Tahun 2016 s/d 2025



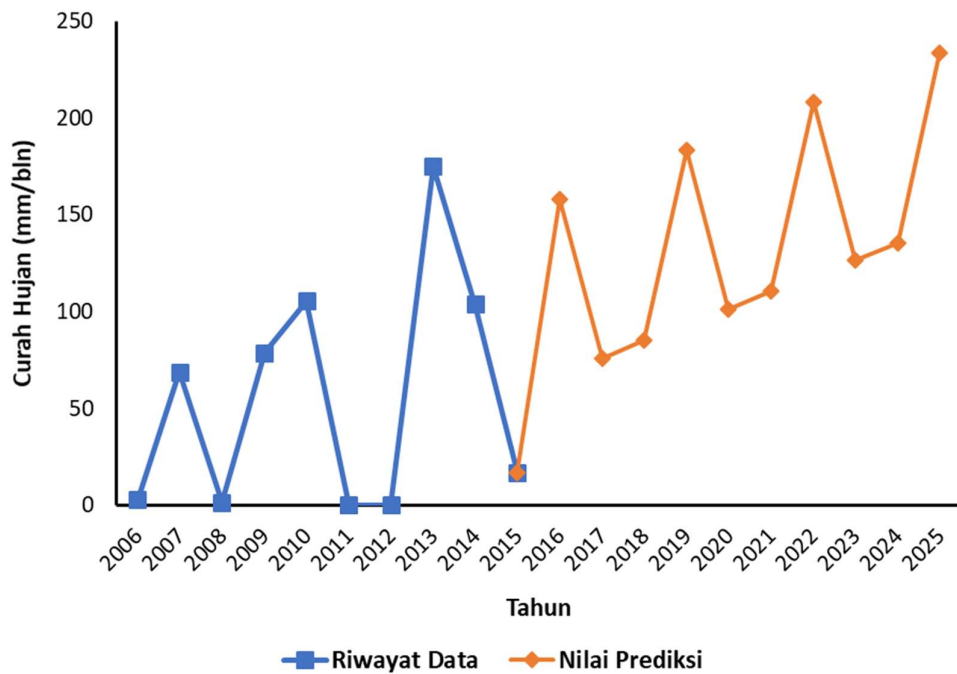
Lampiran 10. C. Grafik Prediksi Curah Hujan Bulan Maret Tahun 2016 s/d 2025



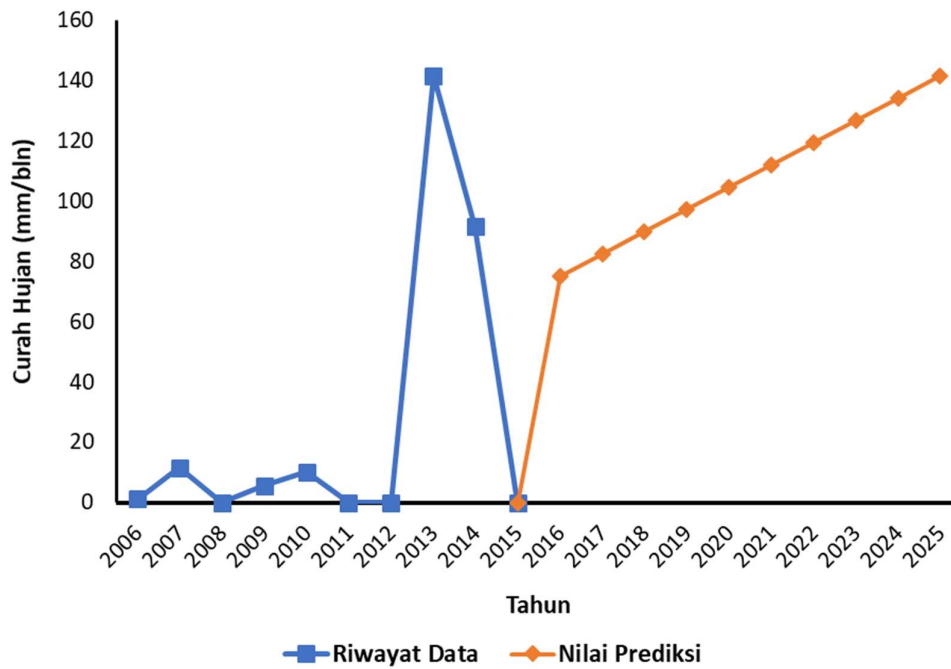
Lampiran 10. D. Grafik Prediksi Curah Hujan Bulan April Tahun 2016 s/d 2025



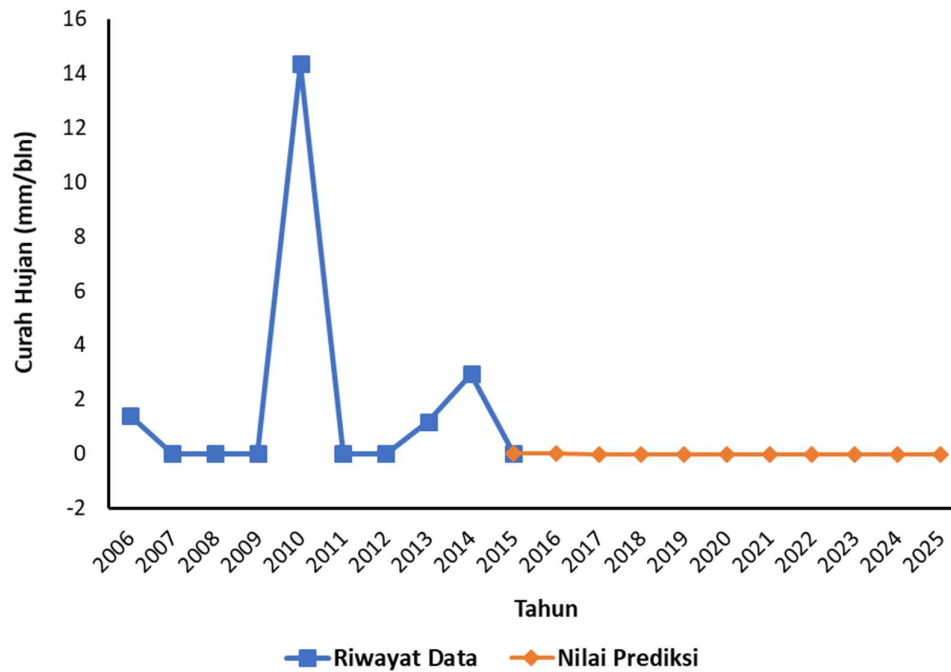
Lampiran 10. E. Grafik Prediksi Curah Hujan Bulan Mei Tahun 2016 s/d 2025



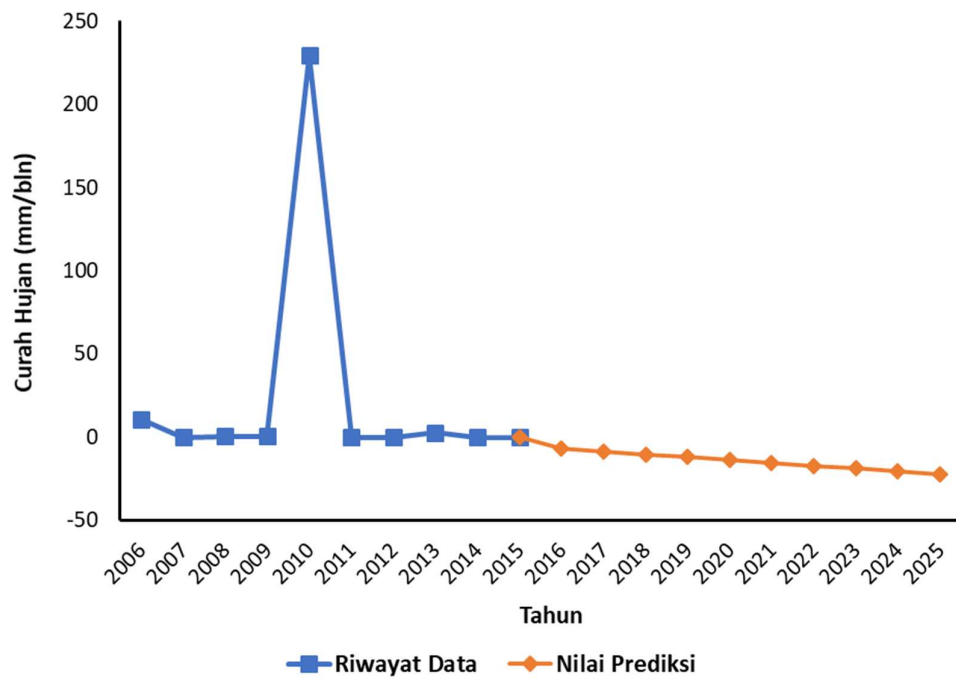
Lampiran 10. F. Grafik Prediksi Curah Hujan Bulan Juni Tahun 2016 s/d 2025



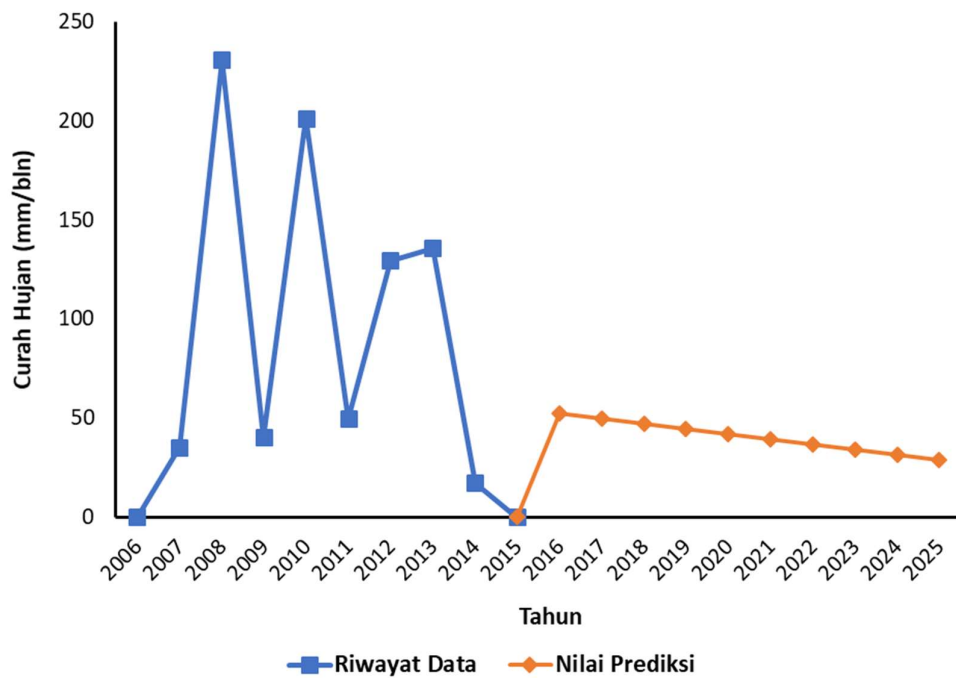
Lampiran 10. G. Grafik Prediksi Curah Hujan Bulan Juli Tahun 2016 s/d 2025



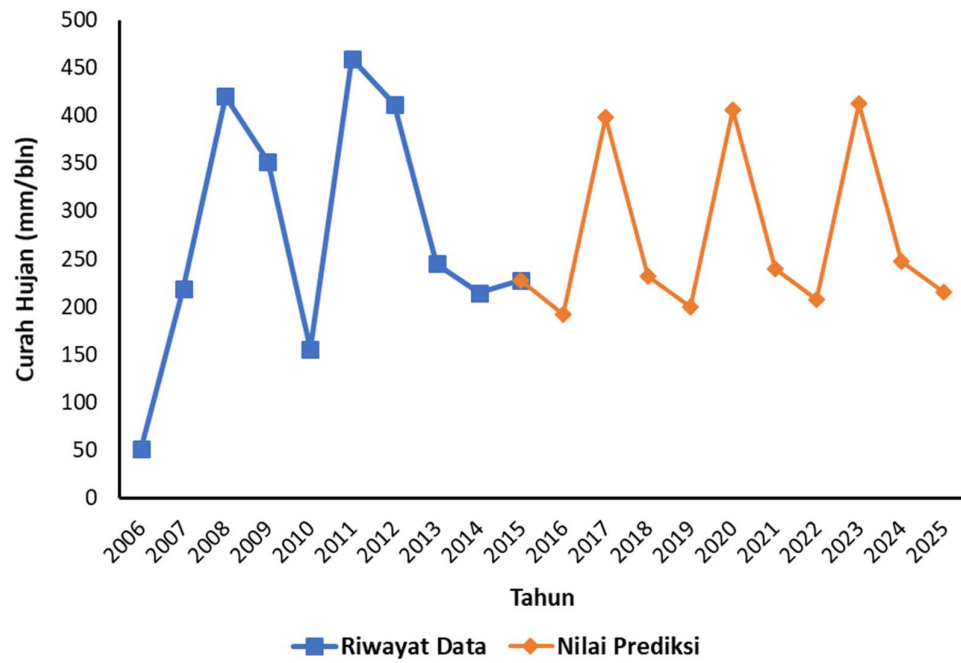
Lampiran 10. H. Grafik Prediksi Curah Hujan Bulan Agustus Tahun 2016 s/d 2025



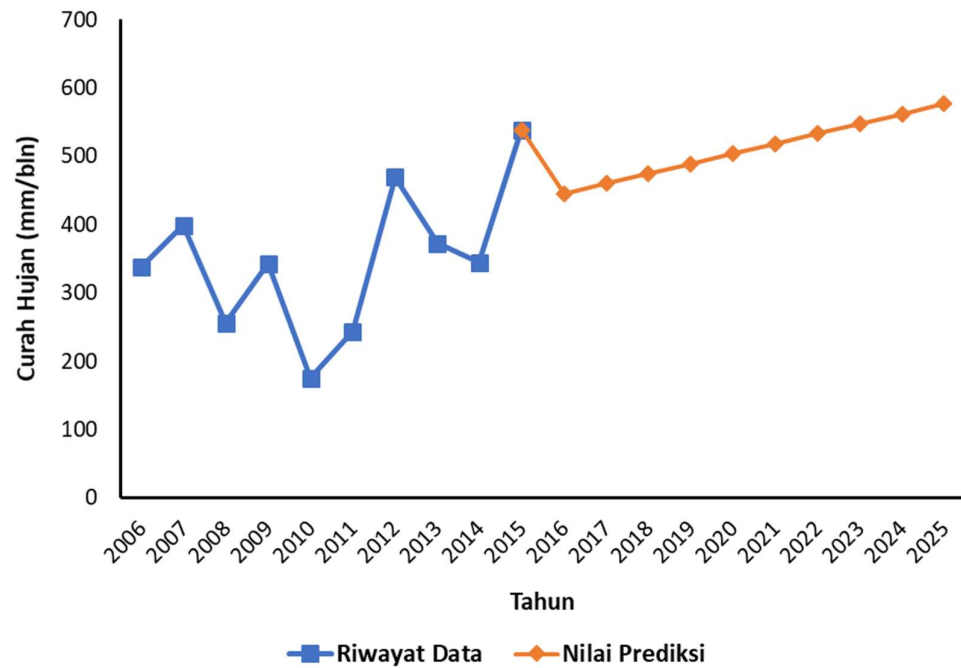
Lampiran 10. I. Grafik Prediksi Curah Hujan Bulan September Tahun 2016 s/d 2025



Lampiran 10. J. Grafik Prediksi Curah Hujan Bulan Oktober Tahun 2016 s/d 2025



Lampiran 10. K. Grafik Prediksi Curah Hujan Bulan November Tahun 2016 s/d 2025



Lampiran 10. L. Grafik Prediksi Curah Hujan Bulan Desember Tahun 2016 s/d 2025